

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Управління енергетичними процесами»

Кафедра «Електротехніка та електромеханіка»

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему: «Система електропостачання приміщення побутово-офісного призначення з використанням відновлювальних джерел енергії та інтегрованою станцією заряджання електромобілів»

за освітньою програмою: «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод»

зі спеціальності: «141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Виконав: студент групи «ЕП19120»

		/Микита ШУЙСЬКИЙ/ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
Керівник:		/доц. Олег БОНДАР/ (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
Нормоконтролер:		/доц. Оксана КАРЗОВА/ (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
Консультанти:		
		// (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
(назва розділу)	(підпис)	
		// (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
(назва розділу)	(підпис)	
		// (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
(назва розділу)	(підпис)	
		// (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
(назва розділу)	(підпис)	

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент

(підпис)

Дніпро – 2022 рік

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies

Faculty «Energy Process Control»

Department «Electrical engineering and electromechanics»

Explanatory Note
to Bachelor's Thesis

on the topic: «Electricity supply system for domestic and office buildings using renewable energy sources and an integrated charging station for electric vehicles»
according to educational curriculum «Electromechanical automation systems and electric drive»

in the Speciality: «141 Electrical energetics, electrical engineering and electromechanics»

Done by the student of the group ЕП19120: /Mykyta SHUISKYI/

Scientific Supervisor:

/Oleh BONDAR/

Normative controller:

/Oksana KARZOVA/

Supervisors

_____ (Chapter title heading)	_____ // (position, name, surname)
_____ (Chapter title heading)	_____ // (position, name, surname)
_____ (Chapter title heading)	_____ // (position, name, surname)
_____ (Chapter title heading)	_____ // (position, name, surname)

Dnipro – 2022

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: Факультет «Управління енергетичними процесами»

Кафедра: «Електротехніка та електромеханіка»

Рівень вищої освіти: бакалавр

Освітня програма: «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод»

Спеціальність: «141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕТЕМ

_____/Андрій МУХА/
(підпис)

Дата _____

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра

студенту Шуйський Микита Сергійович

1. Тема роботи: «Система електропостачання приміщення побутово-офісного призначення з використанням відновлювальних джерел енергії та інтегрованою станцією заряджання електромобілів»

Керівник роботи: Бондар Олег Ігорович, доцент

затверджені наказом № 725 ст від 29.10.2021

2. Строк подання студентом роботи: 30.05.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи: Загальні відомості про електричні навантаження об'єкта, параметри системи зовнішнього електропостачання, технічні дані кіл заряду експлуатованих електромобілів, кліматичні дані регіону розміщення об'єкту.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):

4.1 Аналітична частина: Основні архітектурні рішення об'єкта будівництва; Оцінка енергетичного потенціалу генерації сонячної енергії;

4.2 Основна частина: проєктні електричні навантаження будівлі побутово-офісного призначення; вибір основних елементів електричної системи будівлі; основне обладнання інтегрованої сонячної електростанції; конструктивні особливості підсистем заряджання електромобілів; схемні рішення та техн. хар-ки застосованої системи заряджання електромобілів.

4.3 Охорона праці та захист навколишнього середовища: роботи з вимірювальними приладами, пристроями релейного захисту, автоматики, телемех. і зв'язку, з електролічильниками; акумуляторні батареї та зарядні пристрої.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): архіт. рішення проєктованої будівлі; принципова схема системи електропостачання (включ. із структурною схемою сон. електростанції); схема зар. станції ел.мобілів; схема контролера заряду АКБ.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	07.02.2022	5%
2	Розділ 1 Основні фактори, які обумовлюють склад та топологію проєктованої системи електропостачання	14.02.2022	20%
3	Розділ 2 Структура та основні елементи системи електропостачання об'єкта проєктування	28.02.2022	20%
4	Розділ 3 Підсистема заряджання електромобілів	18.04.2022	30%
5	Розділ 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	09.05.2022	20%
6	Загальні висновки і рекомендації	23.05.2022	5%
7	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	30.05.2022	100%
8	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	16.06.2022	

Студент

(підпис)

Микита ШУЙСЬКИЙ

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

(підпис)

доц. Олег БОНДАР

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

№ рядка	Формат	Позначення	Назва	Кільк. арк.	№ екз.	Прим
1			<u>Документація загальна</u>			
2			Заново розроблена			
3	A4	6.141.190067.ПЗ	Пояснювальна записка	49		
4						
5			Запозичена			
6						
7			<u>Графічна частина</u>			
8			Заново розроблена			
9	A4	6.141.190067.01	Архітектурні рішення	1		
10			проектованої будівлі			
11	A4	6.141.190067.02	Принципова схема системи	1		
12			електропостачання			
13	A4	6.141.190067.03	Схема зарядної станції	1		
14			електромобілів			
15	A4	6.141.190067.04	Схема контролера	1		
16			заряду АКБ			
17						
18						
19						
20						
21			Запозичена			
22						
23			<u>Електронна частина</u>			
24						

					6.141.190067.BP		
Зм..	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Відомість кваліфікаційної роботи		
Розробив	Шуйський М.С.						
Керівник	Бондар О.І.						
Консульт							
Н. Контр.	Карзова О.О.						
Зав.кафед	Муха А.М.				Лім. Арк. Аркушів		
					МОН України. УДУНТ Кафедра ЕТЕМ, група ЕП19120		

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: «Система електропостачання приміщення побутово-офісного призначення з використанням відновлювальних джерел енергії та інтегрованою станцією заряджання електромобілів», містить: 49 сторінок основного тексту, 7 таблиць, 8 рисунків, 18 літературних джерел, 2 додатки.

Мета роботи – критичний огляд сучасних тенденцій у галузі використання відновлювальних джерел енергії в системах електропостачання побутових приміщень, обґрунтування вибору джерела та схемних рішень щодо його підключення до системи електропостачання. Розробка принципової схеми електропостачання об'єкта, вибір проводів та кабелів, апаратури керування та захисту. Розробка підсистем заряджання електромобілів.

В розділі 1 показані основні архітектурні рішення об'єкта будівництва, оцінка потенціалу сонячної енергетики та різні системи заряджання електромобілів.

В розділі 2 – структура та елементи системи електропостачання об'єкта, вибір та характеристики обладнання сонячної електростанції.

В розділі 3 показані підсистеми заряджання електромобілів, схемні рішення та характеристики застосованої системи заряджання електромобілів.

В розділі 4 наведена охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях, з метою попередження їх виникнення.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СОНЯЧНА ПАНЕЛЬ, ІНВЕРТОР, ЕЛЕКТРОМОБІЛЬ, ЗАРЯДНА СТАНЦІЯ, БУДІВЛЯ, АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА, ГЕНЕРАЦІЯ, СОНЯЧНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 ОСНОВНІ ФАКТОРИ, ЯКІ ОБУМОВЛЮЮТЬ СКЛАД ТА ТОПОЛОГІЮ ПРОЄКТОВАНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ.....	10
1.1 Основні архітектурні рішення об'єкта будівництва	11
1.2 Оцінка енергетичного потенціалу генерації сонячної енергії	12
1.3 Висновки до розділу 1.....	18
РОЗДІЛ 2 СТРУКТУРА ТА ОСНОВНІ ЕЛЕМЕНТИ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ОБ'ЄКТА ПРОЄКТУВАННЯ	19
2.1 Проєктні електричні навантаження будівлі побутово- офісного призначення	19
2.2 Вибір основних елементів електричної системи будівлі	20
2.3 Основне обладнання інтегрованої сонячної електростанції	26
2.4 Висновки до розділу 2.....	31
РОЗДІЛ 3 ПІДСИСТЕМА ЗАРЯДЖАННЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ.....	32
3.1 Конструктивні особливості підсистем заряджання електромобілів.....	32
3.2 Схемні рішення та технічні характеристики застосованої системи заряджання електромобілів	39
3.3 Висновки до розділу 3.....	39
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	40

					Пояснювальна записка				
					Система електропостачання приміщення побутово-офісного призначення з використанням відновлювальних джерел енергії та інтегрованою станцією заряджання електромобілів	Літ.		Маса	Масштаб
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					1 : 1
Розроб.		Шуйський М.С							
Перевір.		Бондар О.І.							
Т. Контр.						Арк.	7	Аркушів	55
Реценз.					6.141.190067.ПЗ	МОН України. УДУНТ Кафедра ЕТЕМ, група ЕП19120			
Н. Контр.		Карзова О.О.							
Затверд.		Муха А.М.							

4.1 Роботи з вимірювальними приладами, пристроями релейного захисту, автоматики, телемеханіки і зв'язку, з електролічильниками.....	40
4.2 Акумуляторні батареї та зарядні пристрої.....	43
4.3 Висновки до розділу 4.....	44
ВИСНОВКИ	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	47
СПИСОК ГРАФІЧНИХ РОБІТ	50
ДОДАТОК А	51
ДОДАТОК Б.....	52

					6.141.190067.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

ВСТУП

Одним з напрямків розвитку електроенергетики сьогодення є розвиток та впровадження альтернативних джерел енергії. Такий підхід дозволяє зменшити викиди у навколишнє середовище, зменшити використання корисних копалин, кількість яких обмежена. Також зменшити використання джерел традиційної енергетики, які призводять до екологічних проблем або можуть стати причиною техногенних аварій, тобто атомних, теплових та гідроелектростанцій. Така інновація передусім дозволяє зменшити витрати промислових підприємств і побутових споживачів на освітлення та опалення приміщень за допомогою створення автоматизованих систем електропостачання, які використовують відновлювальні джерела енергії.

В таких системах електропостачання генерація регулюється автоматично між мережею та альтернативними джерелами енергії, з урахуванням різних режимів роботи, тарифів та інших зовнішніх факторів, які можуть мати вплив на альтернативні джерела енергії. Долю відновлювальних джерел енергії варто підвищувати, оскільки вони призводять до енергетичної незалежності.

Останнім часом у зв'язку з політично-економічною ситуацією, яка склалася в Україні, набуває необхідності генерація електроенергії за допомогою відновлювальних джерел енергії. В основі даного процесу лежить збільшення тарифів на електроенергію з 1 червня 2014 року для побутових споживачів від 10 до 40%, залежно від обсягів споживання.

Також до альтернативних джерел є деякий попит і на залізниці, з метою зменшення забруднень, про що свідчать данні інтегрованого звіту АТ «Укрзалізниця» [1].

Лідерами серед регіонів України з загальної кількості приватних домогосподарств, що встановили сонячні електростанції, є:

- Дніпропетровська область – 3 200 домогосподарств;
- Тернопільська область – 2 239 домогосподарств;

					6.141.190067.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– Київська область – 1 999 домогосподарств.

За 2020 рік сонячними електростанціями за даними звіту Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг, було вироблено сонячними електростанціями 5363 МВт електроенергії [2, 3].

Аналіз цих даних свідчить про те, що процес розвитку альтернативної енергетики є актуальним для України та світовою тенденцією.

Сучасний етап розвитку системи електропостачання проходить в умовах появи нових конкурентоспроможних технологій виробництва електроенергії. Як наслідок, спостерігається глобальна тенденція до підвищення генерації за рахунок використання відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії та поступового переходу до розподілених мереж. Впровадження цих технологій має підвищити надійність електропостачання, зменшити навантаження на діючі повітряні та кабельні лінії, а також знизити вартість викопного палива та викидів вуглекислого газу (CO₂).

Сонячна енергія інколи використовується і для опалення та нагрівання води. Системи гарячого водопостачання на основі плоского сонячного колектора вже набули широкого поширення в Ізраїлі та Японії, а на півдні США і навіть у Європі діють досить великі експериментальні установки для опалення будинків та нагрівання води у басейнах [4].

Також, слід зазначити, що сумарна площа, на якій є доцільним отримання електричної енергії за допомогою вітру в Україні, складає всього 20%. Тобто більшість регіонів не є перспективними для використання вітрових електростанцій (дивись рис. А.1). Найбільш перспективними є південні регіони, які межують з морями [5].

					6.141.190067.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

ОСНОВНІ ФАКТОРИ, ЯКІ ОБУМОВЛЮЮТЬ СКЛАД ТА ТОПОЛОГІЮ ПРОЄКТОВАНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

1.1 Основні архітектурні рішення об'єкта будівництва

Об'єкт будівництва представляє собою житловий будинок-котедж. Даний будинок має два поверхи. Загальна площа південного скату складає 116,9 м². На першому поверсі розташовані 13 приміщень загальною площею 236,92 м², перелік яких наведено у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Данні площ кімнат 1-го поверху будівлі

№	Назва	Площа, м ²
1	Вітальня	36,26
2	Кухня	12,16
3	Кімната	14,28
4	Кімната	16,00
5	Коридор	18,52
6	Коридор	6,82
7	Санвузол	3,14
8	Пральня	8,72
9	Сходи	8,44
10	Гараж	35,75
11	Парилка	5,00
12	Мийка-басейн	27,83
13	Тераса	44,00

На другому поверсі розташовані 9 приміщень загальною площею 191,56 м², перелік яких наведено у табл. 1.2. Зовнішній вигляд будівлі наведено на рис. Б.1-Б.3.

Таблиця 1.2 – Данні площ кімнат 2-го поверху будівлі

№	Назва	Площа, м ²
1	Спальня	27,36
2	Спальня	29,74
3	Кімната	15,62
4	Санвузол	12,90
5	Санвузол	8,39
6	Кімната	69,42
7	Коридор	15,87
8	Гардеробна	5,40
9	Сходи	6,86

1.2 Оцінка енергетичного потенціалу генерації сонячної енергії

У світі спостерігається стійка тенденція до розвитку відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) і поступове заміщення ними традиційних джерел. У 2015 році глобальні інвестиції у ВДЕ склали рекордні 349 мільярдів доларів. Вперше частка відновлюваної енергії у нововстановлених потужностях у світі перевищила 50%. У ЄС аналогічний показник у 2016 році становив 87%. Факт надходження рекордних інвестицій і стрімкий розвиток ВДЕ відбуваються, незважаючи на найнижчі ціни на нафту та газ за 13 років, що підтверджує незворотність тенденції переходу на відновлювані джерела енергії у світі. За останні 4 роки в Україні відбувається поступове збільшення встановленої потужності ВДЕ, але складна економічна ситуація в країні не сприяла досягненню цілей, прийнятих у Національний План дій з відновлюваної енергетики, що досягає 11% споживання ВДЕ. На кінець 2016 року було встановлено 1117 МВт потужності ВДЕ, що виробляє близько 1% від загальної кількості відпущеної електроенергії. Найбільшу частку ВДЕ в Україні займають вітрові і сонячні електростанції, які у 2016 році виробили 925 ГВт-год та 492 ГВт-год електроенергії відповідно. Основним стимулюючим інструментом державної політики щодо розвитку ВДЕ є система «зелених тарифів», які затверджені з посиленням на євро та

гарантовані до 2030 р. Проте урядові рішення про перегляд тарифів, скасування податкових пільг на ВДЕ, підвищення вартості підключення до мереж та потенційне накладення штрафів за дисбаланси мають значний негативний вплив на інвестиційну привабливість галузі та наявність боргового фінансування.

За даними міжнародного агентства IRENA, Україна має найбільший серед країн Південно-Східної Європи технічний потенціал для ВДЕ, який становить 408,2 ГВт, без урахування великих гідроелектростанцій (ГЕС). Найбільшою є технічна можливість використання вітрових та сонячних електростанцій: 321 ГВт і 71 ГВт відповідно [6].

В Україні з 2015 року до 1 кварталу 2020 року (окрім території тимчасово окупованого АР Крим) збільшилась потужність об'єктів відновлювальної генерації електроенергії, яким було встановлено «зелений» тариф на 6727 МВт. Тобто з 967 МВт до 7694 МВт, з яких уведено в експлуатацію:

- у 2015 році – 32 МВт;
- у 2016 році – 136 МВт;
- у 2017 році – 291 МВт;
- у 2018 році – 848 МВт;
- у 2019 році – 4658 МВт;
- у I кварталі 2020 року – 763 МВт.

У будівництво для 6,7 ГВт потужності об'єктів відновлювальної енергетики було інвестовано близько 5,6 млрд євро.

Станом на 01.04.2020 року в Україні працювали 25429 об'єктів відновлювальної енергетики, з яких 1290 промислових та 24139 сонячних електростанцій (СЕС) господарств, яким встановлено «зелений» тариф 2694 МВт за загальною потужністю, з яких:

- 991 СЕС загальною потужністю 5 576 МВт;
- 74 ВЕС загальною потужністю 1 207 МВт;

					6.141.190067.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

- 24 139 СЕС приватних домогосподарств 618 МВт;
- 160 МГЕС загальною потужністю 116 МВт;
- 49 електростанції на біогазі загальною потужністю 86 МВт.
- 16 електростанцій на біомасі загальною потужністю 91 МВт.

Загальна потужність яких склала 7694 МВт.

У І кварталі 2020 року було введено 2 323 об'єктів відновлюваної електроенергетики загальною потужністю 763 МВт (з яких 152 промислових та 2 171 СЕС домогосподарств), з них:

- 141 об'єкт сонячної енергетики загальною потужністю 652 МВт;
- 5 об'єктів вітроенергетики загальною потужністю 37 МВт;
- 2 171 сонячна станція домогосподарств загальною потужністю 65 МВт;
- 5 об'єктів малої гідроенергетики загальною потужністю 2 МВт.
- 1 електростанція на біомасі загальною потужністю 7 МВт.

За 3 місяці 2020 року об'єктами відновлюваної енергетики, які мають «зелений» тариф, було згенеровано 2 240 млн кВт·год електроенергії, з них:

- сонячними електростанціями – 921 млн кВт·год;
- вітроелектростанціями – 994 млн кВт·год;
- малими гідроелектростанціями – 63 млн кВт·год;
- електростанціями на біогазі – 102 млн кВт·год;
- електростанціями на біомасі – 62 млн кВт·год;
- сонячними станціями домогосподарств – 98 млн кВт·год.

Станом на кінець І кварталу 2019 року за даними, Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП), надбавку до «зеленого» тарифу отримують 114 об'єктів відновлюваної електроенергетики, за використання обладнання українського виробництва, загальною потужністю 1014 МВт, з них:

- 73 СЕС загальною потужністю 884 МВт;
- 26 ВЕС загальною потужністю 112 МВт;

					6.141.190067.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 10 МГЕС загальною потужністю 2 МВт;
- 3 електростанції на біомасі потужністю 12 МВт;
- 2 електростанції на біогазі загальною потужністю 4 МВт.

За 3 місяці 2020 року загальна кількість сонячних станцій приватних домогосподарств, які встановили «зелений» тариф, зросла на 10% (+2171 домогосподарств) і на кінець I кварталу склала 24 139.

Станом на 1 квітня 2020 року загальна потужність сонячних електростанцій приватних домогосподарств становила 618 МВт, з них у I кварталі 2020 р. введено 65 МВт (+ 12%).

Починаючи з 2015 року для встановлення сонячних електростанцій приватні домогосподарства інвестували близько 495 млн євро.

Лідери серед регіонів України за загальним числом приватних домогосподарств, які встановили сонячні електростанції, є:

- Дніпропетровська область – 3200 домогосподарств;
- Тернопільська область – 2239 домогосподарств;
- Київська область – 1999 домогосподарств [3].

Динаміка розвитку сонячної електроенергії є найбільшою серед ВДЕ в Україні. Крім того втрати сонячних електростанцій через анексію Криму (408 МВт) в Україні спостерігається тенденція до щорічного зростання потужностей СЕС. У 2016 році зросла встановлена потужність сонячних електростанцій на 23%. Швидкий розвиток СЕС в Україні пояснюється відносною простотою реалізації проєкту (порівняно з іншими технологіями ВДЕ), значне падіння цін на обладнання (вартість 1 кВт електроенергії становить близько 900-1000 доларів) і короткий термін реалізації проєкту (6 місяців разом з проєктуванням). Хоча обсяги виробництва електроенергії сонячними електростанціями зросли в середньому на 3,5% протягом 2014-16 рр., середня кількість годин роботи станцій на повну потужність за останні три роки вона знизилася до 928 годин на рік, що відповідає коефіцієнту використання встановленої потужності на рівні 10,6%.

					6.141.190067.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

На рис. 1.1 та 1.2 наведені діаграми виробництва електроенергії та встановленої потужності СЕС.

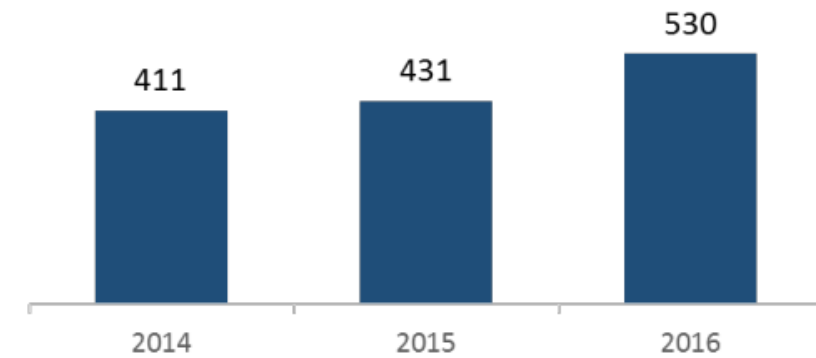


Джерело: дані ДАЕЕ

Рис. 1.1 – Діаграма виробництво електроенергії СЕС

При створенні та впровадженні сонячного енергетичного обладнання використовуються дані про кількість сумарної сонячної радіації та її складових, періодичність та змінність режимів її надходження. Створено та успішно застосовується методика вимірювань сонячних елементів наземного використання. При виборі типу та потужності сонячної енергетичної установки певної місцевості насамперед необхідно орієнтуватися на питомі показники щодо надходження сонячної радіації в даній місцевості (середня добова, місячна та річна кількість прямого, розсіяного та сумарної сонячної радіації), продуктивність геліотехнічної установки.

Розрахункові питомі енергетичні показники надходження сонячної енергії на горизонтальну поверхню у різних регіонах України, визначені за даними про надходження сонячної радіації на метеостанціях, що діють в Україні [7].



**без урахування АР Крим та АТО (408 МВт)*

Джерело: дані ДАЕЕ

Рис. 1.2 – Діаграма встановлена потужність СЕС

У той же час завдання полягає в покращенні здатності мережі адаптуватися до максимального навантаження та коливань потужності як генератора, так і споживача. Нинішньою відповіддю на ці виклики є концепція розумної мережі – Smart Grid. Її головною особливістю є особлива роль електромережі як ядра електричної системи, що підкреслює можливості оптимізації та самонастроювання.

Зауважимо, що ідея впровадження розумної мережі не нова. У 2003 році, наприклад, Сполучені Штати оголосили цю концепцію національною енергетичною стратегією на 21 століття, і Європейський Союз має подібні наміри.

В результаті впровадження комплексу розумних мереж, електромережа повинна мати такі характеристики: гнучкість реагування на зміни режиму споживача, висока ефективність, наявність електроенергії від місцевої генерації, надійність електропостачання з дотриманням якості електроенергії.

У майбутньому мережа зарядних станцій для електромобілів має стати невід'ємною частиною інтелектуальних електромереж. Європейська комісія вже запропонувала перейти на повністю електричні автомобілі з 2035 року і заборонити виробництво автомобілів на звичайне паливо в Європейському

Союзи. Це має стати значним кроком у плані дій ЄС щодо досягнення кліматично нейтральної економіки до 2050 року. Президент США Джо Байден підписав указ, спрямований на збільшення продажів електромобілів і гібридів на ринку США до 50 відсотків до 2030 року.

Висока ціна імпортного палива також призводить до постійного зростання кількості зареєстрованих в Україні електромобілів. Так, у першому півріччі 2021 року відбувся приріст на 5% порівняно з попередніми шістьма місяцями минулого року, що відповідає вартості 3550 од.

Відповідно, існує нагальна потреба у створенні більш широкої мережі державних і приватних зарядних станцій для електромобілів у багатьох країнах світу [8].

1.3 Висновки до розділу 1

- 1) Використання сонячної енергетики є вигідним на території України та є світовою тенденцією. Спостерігається попит у приватних домогосподарствах.
- 2) Використання альтернативних джерел призводить до зростання кількості електромобілів і відповідно, призводить до потреби розвитку зарядних станцій.

					6.141.190067.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

РОЗДІЛ 2

СТРУКТУРА ТА ОСНОВНІ ЕЛЕМЕНТИ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ОБ'ЄКТА ПРОЄКТУВАННЯ

2.1 Проектні електричні навантаження будівлі побутово-офісного призначення

Основними споживачами електроенергії в будівлі є різні побутові прилади, а також джерела освітлення. Розрахунок електричної мережі зазвичай розпочинають з відокремлення споживачів на групи. До однієї групи належать декілька споживачів, які живляться через один живлючий провід від розподільчого щита. Окремими лініями живляться агрегати великої потужності, наприклад пральна машина. В окрему групу виділяють розетки кухні, які призначені для увімкнення потужних приладів (хлібопічки, м'ясорубки, посудомийні машини, електричні чайники і т. п.). Важливим етапом проєктування є знаходження сумарної потужності, що використовується встановленим обладнанням у кожній групі споживачів. Величина потужності дозволяє розрахувати номінальний струм навантаження на дану мережу. Номінальний струм – це струм, який буде виникати у фазовому провіднику.

Виходячи з того, що кожний прилад має свій коефіцієнт попиту у використанні, приймаємо наступні середні значення за табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Потужність електричних навантажень

№ групи	Споживачі	Встановлена потужність, Вт	Коефіцієнт попиту	Споживана потужність, Вт	Номінальний струм, А
1	Розетки кімнат	2000	0,7	1400	6,3
2	Розетки кухні	3000	0,7	2100	9,45
3	Освітлення кімнат та вітальні	600	0,7	420	1,89
4	Пральна машина	600	1,0	600	2,7
5	Освітлення кухні та санвузлів	400	0,7	280	1,26
	всього			4800	21,6

2.2 Вибір основних елементів електричної системи будівлі

Вибір перерізу проводів, жил кабелів та шин виконується за наступними показниками:

- 1) нагрівання довготривалим (розрахунковим) струмом;
- 2) нагрівання від короточасного виділення тепла струмом короткого замикання (КЗ);
- 3) втрата напруги у провідниках від протікання струму в нормальному та післяаварійному режимах;
- 4) механічна міцність – стійкість до механічних навантажень;
- 5) економічність.

Економічну площу перерізу проводів та кабелів обчислюють за формулою

$$F_e = \frac{I_p}{j_e}, \quad (2.1)$$

де I_p – розрахунковий струм;

j_e – економічна густина струму.

Значення густини струму в залежності від годин використання максимальних навантажень та конструкції провідника наведені в таблицях правил улаштування електроустановок (ПУЕ) [9].

Вибір перерізу проводів та жил кабелів за найбільшим допустимим тривалим струмом виконують, використовуючи рекомендації й таблиці з ПУЕ [9], та дані заводів-виробників. Вибраний переріз перевіряють з точки зору їх захисту автоматичними вимикачами або топкими запобіжниками.

Здійснено перевірки перерізу по нагріванню та допустимій втраті напруги в кінці лінії. При цьому розрахунковий струм фази лінії з однофазними споживачами (освітленням) визначено за формулою

$$I = \frac{P}{U \cos \phi}, \quad (2.2)$$

					6.141.190067.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

де P – розрахункова активна потужність лінії, кВт;

U – номінальна напруга лінії, кВ;

$\cos \phi$ – коефіцієнт потужності навантаження.

Втрату напруги на кожній ділянці лінії визначають за формулою

$$\Delta U = \frac{10^3 \cdot \ell}{U} (P \cdot r_0 + Q \cdot x_0), \quad (2.3)$$

де P, Q – розрахункові активна та реактивна потужності ділянки лінії, кВт та квар відповідно;

ℓ – довжина ділянки лінії, км;

r_0, x_0 – погонні активний та реактивний опір лінії, Ом/км.

Після вибору перерізу за номінальними параметрами провідники перевіряють на термічну стійкість до струму КЗ. Максимально допустимими короточасними перевищеннями температури ϑ_d при КЗ вважають:

- для кабелів з мідними жилами та паперовою ізоляцією 250 °С;
- з алюмінієвими жилами 200 °С;
- з поліетиленовою ізоляцією 120 °С.

Температуру нагріву провідника при нормальному режимі (до КЗ) визначають за формулою

$$\vartheta_{\Pi} = \vartheta_0 + (\vartheta_d - \vartheta_0) \left(\frac{I_p}{I_d} \right)^2, \quad (2.4)$$

де ϑ_{Π} – температура провідника до настання КЗ;

ϑ_0 – температура навколишнього середовища;

ϑ_d – допустима температура нагріву при нормальному режимі;

I_p – розрахунковий струм навантаження;

I_d – допустимий струм для вибраного перерізу.

Перевірку перерізу провідника на термічну стійкість до струмів КЗ виконують за формулою

					6.141.190067.ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_{\text{ст}} = \frac{I_{\text{к}}}{C} \sqrt{t_{\text{вим}} + T_{\text{а.сер}}}, \quad (2.5)$$

де $t_{\text{вим}} = t_{\text{с.в}} + t_{\text{а}}$ – час вимикання КЗ, с;

$t_{\text{с.в}}$ – час спрацювання відсічки автоматичного вимикача, с;

$t_{\text{а}}$ – час гасіння дуги (вказується в паспорті автоматичного вимикача), с;

$T_{\text{а.сер}}$ – середнє значення часу загасання вільної складової струму КЗ, приймають рівним 0,03 с;

$I_{\text{к}}$ – розрахунковий струм трифазного замикання;

C – стала термічної функції, А·С/мм².

Як показує досвід практичного використання, кабелі з пластмасовою ізоляцією напругою до 1000 В, перерізом жили до 25 мм² і більше (для алюмінію) та 16 мм² і більше (для міді), можна не перевіряти на термічну стійкість до струмів КЗ. Кабелі, які захищені топкими запобіжниками, теж не перевіряють на термічну стійкість, тому що за час спрацювання запобіжника, температура не достатня для перегріву кабелю.

Останнім часом набули поширення для ПЛ самоутримні ізольовані проводи (СП) до 1 кВ та 6...35 кВ – повітряних ліній захищених (ПЛЗ).

Перевагами ізольованих проводів є:

- більш висока надійність (відсутність замикання при нахльостуванні проводів та ін.);
- менший об'єм розташування проводів;
- знижена вартість обслуговування.

Недолік проводів такого типу:

- вища вартість
- необхідність при виборі проводів враховувати вплив ультрафіолетового випромінювання на ізоляцію проводів.

Вибір та перевірку перерізу цих проводів виконують згідно з вимогами ПУЕ [9].

					6.141.190067.ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Більш складним є вибір перерізу проводів та жил кабелів за втратою напруги. Втрати напруги повинні бути допустимими, щоб усталене відхилення напруги у споживача не перевищувало значень, встановлених ГОСТ 13109-97 [10]. Ця вимога обумовлена наступним: електричний момент найбільш розповсюдженого в промисловості асинхронного електродвигуна залежить від квадрату прикладеної напруги, тому у разі її зменшення не відбудеться запуск електродвигуна (ЕД). Незмінність значення напруги у споживача залежить від стабільності напруги на шинах підстанції та від характеру електричних навантажень, підімкнених до них (вплив навантажень з різко змінним графіком).

Особливістю розрахунку мереж змінного струму є існування так званого «поверхневого ефекту», коли всередині провідника утворюється змінне магнітне поле. Таке поле наводить більшу ЕРС у центрі проводу та меншу – на поверхні, за рахунок чого струм зміщується до поверхні. Це явище збільшує активний опір, особливо у сталевих провідниках.

Лінії змінного струму мають, крім активного опору, ще й реактивний, створюваний магнітним полем як усередині провідника, так і зовні. Загальний питомий реактивний опір однієї фази проводу (Ом/км) трифазної лінії розраховують за формулою

$$x_0 = \omega \left[4,61 \lg(D_{\text{ср}} / r) + 0,5\mu \right] \cdot 10^{-4}, \quad (2.6)$$

де ω – кутова частота, рад/с;

$D_{\text{ср}}$ – середня відстань між центрами проводів, см;

r – зовнішній радіус проводу, см;

μ – відносна магнітна проникність матеріалу проводу (для міді та алюмінію $\mu=1$).

Виконуючи необхідні перетворення, формулу (2.6) можна представити двома складовими

					6.141.190067.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

$$x_0 = \omega 4,61 \lg(D_{cp} / r) \cdot 10^{-4} + \omega 0,5 \mu \cdot 10^{-4} =$$

$$= 0,144 \lg(2D_{cp} / d) + 0,016 \mu = x'_0 + x''_0, \quad (2.7)$$

де $0,144 \lg(2D_{cp} / d)$ – реактивний опір, викликаний зовнішнім магнітним полем;

$0,016 \mu$ – реактивний опір, викликаний внутрішнім магнітним полем.

Як показують розрахунки, реактивний (індуктивний) опір треба враховувати в повітряних лініях напругою до 1000 В та вище, виконаних з будь-якого матеріалу, якщо відстань між проводами більше 400 мм, що обумовлює наявність x'_0 , а також у лініях, виконаних сталевими проводами та шинпроводами, які мають магнітну проникність $\mu > 1$, що обумовлює наявність x''_0 .

Розглянемо особливість розрахунку мережі змінного струму, яка має активний та індуктивний опори (рис. 2.1).

На рис. 2.1 наведено векторну діаграму для однієї фази трифазної лінії, що має індуктивну складову та живить навантаження індуктивного характеру (наприклад, асинхронний двигун).

Вектор Oa показує напругу в кінці лінії. Відповідно до коефіцієнта потужності навантаження під кутом відкладено вектор струму. Спад напруги в лінії визначається трикутником спаду напруги abc , в якому вектор ab співпадає за фазою з вектором струму та зображує спад напруги на активному опорі лінії, а вектор bc – спад напруги на індуктивному опорі лінії.

					6.141.190067.ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

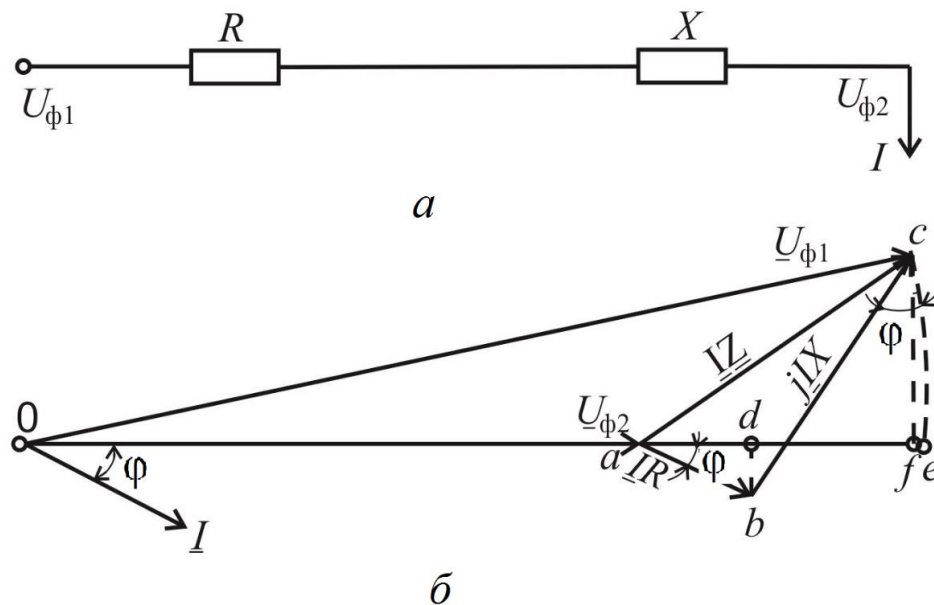


Рис. 2.1 – Лінія з навантаженням:

a – схема лінії; *б* – векторна діаграма

Вектор *ac* називається спадом напруги в лінії та є геометричною різницею між напругою на початку та в кінці лінії

$$\Delta \underline{U}_{\phi} = \underline{U}_{\phi 1} - \underline{U}_{\phi 2}, \quad (2.8)$$

Відрізок *af* є поздовжньою складовою спаду напруги. Для мереж промислових підприємств напругою до 35 кВ кути між $\underline{U}_{\phi 1}$ та $\underline{U}_{\phi 2}$ досить малі, тому втрата напруги наближено приймається рівною її поздовжній складовій, яка і враховується під час вибору перерізу проводу.

Механічну міцність визначають для проводів та шин; кабелі за цим показником не перевіряють. Механічне навантаження може спричинятися зовнішніми факторами, що більш актуально для проводів (власна вага, вітер, зледеніння проводів тощо), а також внутрішніми факторами – більш актуально для шин (електродинамічна дія струму КЗ). Тому тип проводу та його переріз за умовою механічної міцності обирають в залежності від сфери застосування та географічного розташування району. Поправкові коефіцієнти наведені в таблицях ПУЕ [9]. Перерізи провідників та автоматичних вимикачів наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Електричні лінії

Лінія	Переріз	Автоматичний вимикач
Електроосвітлення вітальні та коридорів	1,5 мм ²	C16
Електроосвітлення кімнат	1,5 мм ²	C16
Станція заряджання електромобілів	4 мм ²	C32
Розетки кімнат	2,5 мм ²	C25
Санвузол	2,5 мм ²	C25
Кухня	2,5 мм ²	C25
Електромережа 0,4 кВ	4 мм ²	C32
СЕС	4 мм ²	C32

2.3 Основне обладнання інтегрованої сонячної електростанції

Виходячи з потужності навантажень понад 4800 Вт і площі південного схилу покрівлі, що складає 116,9 м² вибираємо електростанцію потужністю 15 кВт [11].

Сонячна електростанція складається з наступних елементів, що наведені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Обладнання сонячної електростанції

Обладнання	Назва обладнання/модель	Одн.вим.	Кількість	Вартість, \$	Сума, \$
Сонячна панель	Amerisolar AS-6P30-285	шт.	54	88,5	4779
Інвертор	Trannergy TRN015KTL	шт.	1	1835	1835
Набір кріплення (профіль, притискачі)	Алю Бейс	шт.	54	25	1350
Комутація	Кабель для сонячних систем PV4, 150м Кабельне з'єднання MC4, 6 шт	шт.	3	50	150
Щит постійного струму	Запобіжник ETI 10×38	шт.	3	15	45

Продовження табл. 2.3

Щит змінного струму	Бокс ECH-12PTu Автомат ETI TЕС р4+N ОПН ETITEC В T12 275/7 4+0	шт.	1	130	130
Монтаж			54	20	1080
Електромонтажні роботи			1	150	150
Всього:					9519

Параметри сонячних панелей Amerisolar AS-6P30-285 наведені у табл. 2.4. На рис. 2.2 показано зовнішній вид панелей [12].



Рис. 2.2 – Зовнішній вигляд панелей Amerisolar AS-6P30-285

Таблиця 2.4 – Параметри сонячних панелей

Номінальна потужність, Вт	285
Номінальна напруга, В	31,7
Номінальний струм, А	9.00
Струм короткого замикання, А	9,42
Напруга холостого ходу, V	38,7
Напруга системи, В	1000
ККД модуля STC, %	17,52

Продовження табл. 2.4

Тип кремнієвого осередку	полікристалічна
Допуск потужності	0/+3%
Розміри (ДхШхВ), мм	1640 x 992 x 40
Вага, кг	18,5
Кількість осередків, шт	60
Тип роз'єму	MC4
Колір рами	срібляста
Гарантія на виріб, років	12
Гарантія лінійної продуктивності, років	30
Гарантований вихід	91,2% через 12 років
Гарантія продуктивності	80,6% від номінальної потужності через 30
Країна виробник	Китай/Тайвань

Основні переваги сонячних батарей Amerisolar:

- 30-річна гарантія на виробництво електроенергії від виробника (вище, ніж у середньому по індустрії);
- механічно міцна конструкція, адаптована під кліматичні навантаження Європи та України – витримує вітрові навантаження до 2400 Па та сніг до 5400 Па;
- висока надійність в екстремальних умовах довкілля (сильний сольовий туман, аміак, піщані вітри, град тощо).
- високий ККД – 16.6%
- найкраще співвідношення ціни та якості.

Компанія-виробник має більш ніж 20-річну історію виробництва сонячних батарей. За цей час було отримано 106 патентів на поліпшення їхньої продуктивності та якості. Продукція Amerisolar сертифікована міжнародними організаціями CE, TUV, KEMCO, JEC, UL, PVCICLE та іншими, протестована незалежними лабораторіями та отримала від них високу оцінку. Обладнання поставляється та встановлюється по всьому світу (США, Японія, Австралія, країни ЄС та ін.) [13].

Параметри інвертора Trannergy TRN015KTL наведені у табл. 2.5, на рис. 2.3 зовнішній вигляд інвертора [14].



Рис. 2.3 – Зовнішній вигляд інвертора Trannergy TRN015KTL

Таблиця 2.5 – Параметри інвертора

Номінальна потужність змінного струму	15000 Вт
Максимальна потужність змінного струму	15000 Вт
Максимальна вхідна потужність	16000 Вт
Діапазон напруг/номінальна вхідна напруга	250-800 В / 600В
Максимальний вхідний струм	20 А
Мінімальна напруга увімкнення	200 В
Вимикач постійного струму	Інтегрований
Мінімальна напруга продажу електроенергії в мережу	300 В
Кількість вводів	2+2
Кількість МРРТ трекерів	2
Тип мережі	3/Н/РЕ~400 В
Кількість фаз мережі	3
Діапазон напруги	310 В - 470 В
Діапазон частот	50 Гц, 60 Гц / -5 Гц ... +5 Гц

Продовження табл. 2.5

Коефіцієнт потужності	-0,8 - 0,8 керований
Максимальний струм	23 А
Відхилення напруги	<1%
Гармонічні спотворення (THDi)	< 3%
Максимальна ефективність (ККД)	>98,2%
Ефективність за Європейськими стандартами	>97,7%
План комутації	>99.9%
Захист від втрати мережі	Присутній
Нічне енергоспоживання	< 0,2 Вт
Диференційний захист	Присутній
Розсіювання тепла	Конвекція / Розумне повітряне
Розміри в мм	520 x 180 x 700
Вага	35 кг
Клас захисту	IP65
Дисплей	3.5 дюйма LCD
Інтерфейс даних	RS232 / RS485 / RS422 / Ethernet / WiFi / GPRS/USB
Шум	<45 дБ
Температура навколишнього середовища	-25 С - +60 °С
Матеріал корпусу	Алюміній
Відповідність вимогам безпеки	Сертифікат: VDE AR-N-4105, VDE 0126-1-1+A1, CE,G59/3, UTE C15-712, MEA, PEA, NB/T32004-2013

Принципова схема електропостачання, контролера заряду акумуляторних батарей (АКБ) наведена на рис. Б.4, Б.6.

2.4 Висновки до розділу 2

- 1) Оскільки одночасне використання усіх приладів у побутових умовах є практично неможливо, лінії розраховують з певним коефіцієнтом використання, що робить їх дешевшими. Також для повітряних мереж використовують проводи типу СП, які є більш надійними та витримують механічні навантаження. Розрахунки показують, що раціональні перерізи ліній системи електропостачання розглянутого об'єкта будівництва лежать у межах 1,5-4 мм².
- 2) Сучасне обладнання для сонячних електростанцій виконується з запровадженням силової електроніки та має вбудовані системи захисту від аварійних режимів роботи. Панелі виготовляються з механічною стійкістю до різних погодних явищ.

					6.141.190067.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

РОЗДІЛ 3

ПІДСИСТЕМА ЗАРЯДЖАННЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

3.1 Конструктивні особливості підсистем заряджання електромобілів

Майбутнє електромобілів очевидне і неминуче. У найближчі кілька років різноманітність моделей збільшиться, вони заповнять дороги по всьому світу, роблячи їзду комфортною для водія та безпечною для навколишнього середовища. Зростання продажів і вдосконалення моделей дозволить усунути наявні недоліки електрокарів, зробивши ці машини бездоганними за продуктивністю, динамічними та швидкісними властивостями. Цей вид транспорту має ряд незаперечних переваг, завдяки яким їх популярність зростає з кожним роком.

Основні переваги електромобілів перед автомобілями, які працюють на бензині:

- електродвигун має малу вагу;
- довговічність і простота обслуговування;
- екологічність;
- висока ефективність;
- перезарядка на зменшеній швидкості;
- двигун фактично не видає звуку;
- економіка;
- технічне обслуговування та огляд вимагає лише шасі.

Електромобіль не має паливної системи, масла, свічок запалювання та багатьох інших деталей, які присутні в класичних автомобілях і ускладнюють експлуатацію. Обслуговування таких автомобілів коштує дешевше, ніж витрати на експлуатацію та технічне обслуговування бензинових чи дизельних автомобілів. Електрика дешевше інших видів палива, а відсутність складних механізмів, витратних матеріалів і запчастин виключає часті поломки і необхідність заміни. Простота конструкції мінімізує суму грошей, необхідну для обслуговування електромобіля. Якщо ціни на бензин

					6.141.190067.ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

починаються від 28 гривень за літр, то зарядка електромобіля буде коштувати від 50 гривень на місяць. Електрика значно дешевша за будь-який вид палива. Надзвичайно важливою перевагою електромобілів є їх екологічність. Це стало однією з головних причин, чому цей вид транспорту став дуже популярним у всьому світі. Відсутність викидів дозволяє ефективно зменшити негативний вплив на навколишнє середовище та природу. Виробники працюють над інноваційними технологіями, які підвищують функціональність цих транспортних засобів, яскравими прикладами найбільш високотехнологічних і популярних електрокарів є Nissan Leaf, Chevrolet Bolt, Volkswagen e-Golf, Tesla. Особливу увагу розробники приділяють розробці акумуляторів, збільшуючи їх технічні та експлуатаційні характеристики, такі як швидкість зарядки та ємність. Особливих успіхів у цьому напрямку досягла Samsung – наприкінці 2017 року вона представила графенову батарею, яку можна заряджати в 5 разів швидше за класичні літій-полімерні акумулятори, а також характеризується значно збільшеною ємністю [15].

Враховуючи модельний ряд, вітчизняний ринок електромобілів не дуже різноманітний. Абсолютним лідером продажів є Nissan Leaf – він формує близько 78% електропарку країни. Для порівняння, частка його найближчого конкурента Ford Focus – 4,1%, а Tesla Model S – лише 3,5%. На жаль, вартість електрокарів для пересічного українця залишається надзвичайно високою, тому не дивно, що більшість продажів – це вживані автомобілі. Якщо розглядати новий електромобіль, який реєструється протягом двох років після виробництва, то вживані автомобілі охоплюють майже 82% всього автопарку. Однак не тільки ціна грає ключову роль у популярності електрокарів. На це впливає і кількість зарядних станцій, і тривалість пробігу від однієї зарядки, і термін служби акумуляторів, які складають левову частку вартості транспортного засобу. І якщо Україна не бере участь у розробці шляхів збільшення пробігу екологічно чистих автомобілів, є всі

					6.141.190067.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

можливості вплинути на розвиток електромобілів. І прогрес у цьому напрямку неможливо не помітити [16].

Стандарт зарядки – не менш важлива особливість, ніж розміри салону та технічні характеристики. Тим більше, що вибрати параметри порівняно просто, заздалегідь знаючи свої переваги та фінансові можливості. Зі стандартами зарядних пристроїв і електрозаправок, що підходять до них, все набагато складніше. Електрокари різних виробників комплектуються своїми варіантами роз'єму. І не обов'язково, що зустрінута на заправці буде обладнана пристроєм відповідного типу.

Американські стандарти

Перші стандарти електричних зарядок з'явилися у Сполучених Штатах. У цій країні зарядні станції ділять на три типи – Level 1, 2 чи 3. Електрозаправки першого рівня – звичайні пристрої, схожі на зарядки змінного струму. З їхньою допомогою можна за годину зарядити електромобіль для поїздки всього на 20-40 км. Більшість електрокарів заряджаються на такій станції 8-12 годин. Зарядки типу AC Level 2 є станції, які підключаються до звичайної електромережі. Швидкість приблизно вдвічі вища порівняно з першим рівнем. Середній час відновлення заряду акумулятора – 4-6 годин. До цього типу належить більшість сучасних американських станцій. Тип Level 3 – швидке заряджання постійного струму з напругою 480В і потужністю до 135 кВт. Рідко зустрічається у європейських країнах, зокрема, в Україні. Призначена в першу чергу для автомобілів Tesla, акумулятор яких заряджається лише за 30-40 хвилин на 80%.

У Європі можна зустріти зарядні станції, які діляться на 4 різновиди – вже не за рівнем, а за режимом.

Mode 1. Найменша потужна станція, здатна харчуватися від побутової електромережі. Час заряджання електрокара з його допомогою – до

					6.141.190067.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

10-12 годин. Відповідає американському типу Level 1 та майже не застосовується для сучасних електромобілів.

Mode 2. Стандартна зарядна станція змінного струму, яку використовують і в побуті, і на електрозаправках. Підходить для електромобілів практично будь-якого типу, з традиційним роз'ємом та системою захисту всередині кабелю. Час заряджання стандартного електрокара – до 8 год.

Mode 3. Найпотужніший режим для зарядних станцій із змінним струмом. Сумісний із роз'ємами типу Type 1 (SAE J1772) для однофазних електричних кіл і Type 2 – для трифазних. Час заряджання може досягати від декількох хвилин до 3-4 годин.

Mode 4. Швидкісна зарядка, що використовує вже не змінний, а постійний струм. Час відновлення ємності акумулятора середнього електрокара – півгодини до 80%. Ціна таких станцій є досить високою, і в Україні вони зустрічаються рідко.

Окремий тип, що приблизно відповідає найпотужнішим американським електрозаправкам Level 3 – зарядні станції Tesla Supercharger. Застосовуються тільки для автомобілів марки «Тесла», акумулятор заряджають на 50% всього за 20 хвилин і на 80% за 40 хвилин. 20%, що залишилися, вимагають ще 35-40 хвилин підключення до станції. Максимальна потужність заправок – 135 кВт постійного струму. Типи роз'ємів В даний час, незважаючи на те, що електромобілі вже серійно випускаються більше 10 років, не існує єдиного стандарту зарядних станцій, ні роз'ємів. Європейські автовиробники частіше застосовують зарядки типу Mennekes та CHAdeMO, американські – CCS Combo та SAE J1772 Є свої стандарти в Китаї, а якийсь час тому окремим типом користувалися японські компанії. Для вирішення проблем на американських електрозаправках з'явилися пристрої, сумісні з європейськими стандартами, а в Європі станції, до яких можна підключити електрокар з роз'ємом, характерним для Китаю

					6.141.190067.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

або США. Крім того, ведуться розробки, які дозволять випустити один загальний стандарт замість китайського GB/T та європейського CHAdeMO. А компанія Tesla збирається випускати автомобілі Model S і X із роз'ємами, що підходять до зарядних станцій у Китаї. Type 1 (J1772) У 2009 році американські розробники з організації SAE створили та ввели в експлуатацію 5-ти штирковий роз'єм стандарту J1772. Він призначався для заряджання акумуляторів електротранспорту від звичайної мережі змінного струму 220 В. Максимальна потужність – 7,2 кВт.

Розглянемо основні типи роз'ємів та їх параметри.

1. Type 1 (J1772)

У 2009 році американські розробники з організації SAE створили та ввели в експлуатацію 5-ти штирковий роз'єм стандарту J1772. Він призначався для заряджання акумуляторів електротранспорту від звичайної мережі змінного струму 220 В. Максимальна потужність – 7,2 кВт. Спочатку стандарт використовувався лише в США та Японії, проте до 2016 року вийшло кілька європейських моделей із таким роз'ємом. Модифікований стандарт дозволяє заряджати акумулятори з використанням потужності 90 і навіть 240 кВт (сила струму 450 і 600 А відповідно). На рис. 1.3 відображено зовнішній вигляд роз'єму Type 1 (J1772).



Рис. 1.3 – Роз'єм Type 1 (J1772)

					6.141.190067.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Список електричних автомобілів, що використовують роз'єм Type 1 (J1772), включає:

- Audi A3 Sportback E-tron, що підтримує потужність заряджання до 3,7 кВт;
- старі версії BMW i3, які можна було заряджати потужністю до 6,6 кВт;
- BMW i8, 330e та X5e – 3,7 кВт;
- Mercedes Benz C-Class C 350 e та S500 e – 3,7 кВт;
- Nissan Leaf 24 та 30, що заряджалися з потужністю 6,6 кВт близько 4 та 5 годин, відповідно;
- гібриди Porsche Cayenne та Panamera, що підтримують потужність 3,6 кВт.

2. Type 2 (Mennekes)

3 січня 2013 року відповідно до планів Європейської комісії розвитку екологічного транспорту було прийнято новий стандарт роз'ємів для електромобілів. Його назвали Type 2 або Mennekes, за назвою компанії-розробника. Цей тип вважається стандартним і найпоширенішим у Європі. Для однофазної мережі максимальна потужність відрізняється від Type 1 – 7,4 кВт. Для трифазної (380 В) підтримується 43,5 кВт. Модифікована у США версія Type 2 дозволяє заряджати автомобілі Tesla з потужністю 120 кВт. На рис. 1.4 відображено зовнішній вигляд роз'єму Type 2 (Mennekes).



Рис. 1.4 – Роз'єм Type 2 (Mennekes)

					6.141.190067.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

До автомобілів, які можна заряджати через роз'єм Type 2, відносять:

- Hyundai Ioniq – потужність заряджання 6,6 кВт;
- Kia Soul EV – 6,6 кВт;
- Opel Ampera-e, що підтримує лише 7,2 кВт (однофазне підключення);
- Renault Zoe з можливістю заряджання з потужністю 22 кВт;
- призначені для Європи Tesla Model S та Model X – 11 або 16,5 кВт;
- американські Tesla – до 120 кВт.

3. CHAdeMO

Стандарт швидкої зарядки, який підтримують автоконцерни Nissan, Mitsubishi, Subaru та Toyota (Асоціація CHAdeMO). Прийнятий у 2010 році, а його назва розшифровується як charge de move (фр. зарядися для руху). Потужність зарядних станцій, що використовують постійний струм, становить 50-200 кВт, а акумулятор заряджається на 80% протягом півгодини. На рис. 1.5 відображено зовнішній вигляд роз'єму CHAdeMO.



Рис. 1.5 – Роз'єм CHAdeMO

Роз'єми CHAdeMO можна побачити на таких авто:

- Kia Soul EV – 50 кВт;
- Nissan Leaf 1 та 1.1,

- Nissan e-NV200 – ті ж 50 кВт;
- Citroen Berlingo – до 50 кВт;
- Renault ZOE ZE – 43 кВт;
- Daimler Smart ED та європейська версія старої Tesla Model S – 22 кВт;
- Mercedes B250E – 11 кВт.

Найбільш розповсюдженими в Україні є роз'єми Type 2 [17].

3.2 Схемні рішення та технічні характеристики застосованої системи заряджання електромобілів

Система заряджання електромобілів має у своєму складі станцію заряджання електромобілів з роз'ємом Type 2. Станція заряджання отримує живлення трифазним змінним струмом напругою 380 В, через автомат на номінальний струм 32 А. Схему станції наведено на рис. Б.5.

3.3 Висновки до розділу 3

- 1) У світі існує декілька типів зарядних роз'ємів для електромобілів та станцій різної потужності та систем електропостачання.
- 2) Найбільш поширеними в Україні є роз'єми типу Type 2.

					6.141.190067.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Роботи з вимірювальними приладами, пристроями релейного захисту, автоматики, телемеханіки і зв'язку, з електролічильниками

Усі вторинні обмотки вимірювальних трансформаторів струму та напруги повинні бути заземлені для забезпечення безпеки при роботі з вимірювальними приладами і пристроями релейного захисту.

При необхідності розриву кола струму реле або вимірювальних приладів вторинну обмотку трансформатора струму попередньо замикають на спеціально призначені клеми.

Забороняється розривати кола, які підключені до вторинної обмотки трансформатора струму. Якщо виникає необхідність розриву цих кіл, вони повинні бути попередньо замкнуті перемичкою, яка встановлюється до місця розриву, рахуючи від трансформатора струму. Під час встановлення перемички слід використовувати інструменти, які мають ізольовані рукоятки.

При роботі на трансформаторах струму або в електричних колах, підключених до їх вторинних обмоток, слід дотримуватися таких заходів безпеки: до завершення монтажу підключених до них кіл необхідно замикати накоротко затискачі вторинних обмоток. Після підключення змонтованих електричних кіл до трансформатора струму їх слід перенести на найближчу клемну збірку і зняти лише після завершення монтажу та перевірки правильності з'єднання змонтованих електричних кіл; при перевірці полярності перед подачею імпульсів струму на первинну обмотку, прилади слід підключити до клем вторинної обмотки.

Під час монтажних і зварювальних робіт забороняється використовувати шини первинної обмотки як струмопровідні.

Роботи в колах релейного захисту, електроавтоматики та телемеханіки (РЗАіТ) проводяться згідно виконавчих схем.

					6.141.190067.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

При роботі на пристроях РЗАіТ слід використовувати інструменти з ізольованими ручками.

Під час перевірки електричних кіл вимірювання, сигналізації, керування і захисту, з метою безпеки, члену бригади дозволяється перебувати в приміщеннях електроустановок напругою понад 1000 В одному, в умовах роботи (наприклад, регулювання вимикачів, перевірка ізоляції). ; Працівник, що не має поряд керівника, повинні мати III групу.

При роботі на електричних колах трансформаторів напруги з живленням напруги від зовнішніх джерел запобіжники знімають з високої і низької напруги, а вимикачі відключають від вторинних обмоток.

При необхідності виконання будь-яких робіт в колах або на пристроях РЗАіТ, якщо основне обладнання увімкнено, слід вжити додаткових заходів для запобігання його випадкового відключення.

Забороняється працювати на панелях або поблизу місця розташування релейного обладнання, що може спричинити сильний струс та призвести до неправильної роботи реле.

Перемикання, вмикання та вимкнення вимикачів, роз'єднувачів та іншої комутаційної апаратури, пуск і зупинка агрегатів, регулювання режиму їх роботи, необхідні при налагодженні чи огляді приладів РЗАіТ, здійснюються тільки оперативними працівниками.

Дозволяється записувати показання лічильників електроенергії та інших засобів вимірювання, встановлених на щитах управління та в РУ:

- одноособово працівникам з II групою в присутності місцевих оперативних працівників (з двома черговими) та з III групою – без місцевих оперативних працівників;
- працівники інших організацій з III групою в супроводі місцевого оперативного працівника.

В електроустановках напругою до 1000 В споживачів, які не мають електротехнічних працівників, оформлення робіт за нарядом

					6.141.190067.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

(розпорядженням), підготовку робочих місць та допуск до роботи з електролічильниками, за якими здійснюються розрахунки за спожиту електроенергію, можуть виконувати працівники енергопостачальної організації.

Монтаж і демонтаж приладів обліку електроенергії та інших засобів вимірювальної техніки, підключених до вимірювальних трансформаторів, повинні виконуватися двома працівниками, один з яких повинен мати IV групу, а інший – III групу.

При наявності в електричних колах електролічильників контактів (блоків), які дозволяють працювати без розмикання електричних кіл, підключених до вторинних обмоток трансформатора струму, ці роботи можна виконати за розпорядженням, не знімаючи напругу з електричного кола електролічильника.

При відсутності зазначених контактів напругу і струм в колах електролічильника слід відключити.

Підключення засобів вимірювальної техніки, встановлення та зняття електролічильників, підключених до вимірювальних трансформаторів, за наявності випробувальних пристроїв або спеціальних затискачів, що дозволяють безпечно замикати струмові кола, виконуються без зняття навантаження та напруги.

Установку та зняття електролічильників прямого включення дозволяється проводити за розпорядженням одному працівнику з III групою. Установка та зняття електролічильників, а також підключення засобів вимірювальної техніки виконуються зі зняттям напруги.

Роботу з лічильниками електроенергії на різних приєднаннях, розташованих в одному приміщенні, можна виконувати за одним нарядом (розпорядженням). Оформлення в наряді переходу з одного робочого місця на інше не вимагається.

					6.141.190067.ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У разі розміщення однофазних лічильників електроенергії безпосереднього ввімкнення в приміщеннях без підвищеного ризику ураження електричним струмом, роботи з електролічильниками можна виконувати індивідуально – без зняття напруги, але з відключенням навантаження.

4.2 Акумуляторні батареї та зарядні пристрої

Акумуляторне приміщення слід завжди тримати замкненим. Особам, які обстежують ці приміщення та працюють у них, ключі видаються на загальних підставах на час роботи чи огляду.

До роботи в акумуляторних приміщеннях допускаються працівники, які пройшли перевірку знань та інструктаж з безпечного поводження з кислотою, лугами та свинцем.

Забороняється палити в приміщенні, де розташовані акумуляторні батареї, входити в нього з вогнем, користуватися електронагрівальними приладами, приладами та інструментами, які можуть іскритися. На дверях батарейного приміщення слід написати: «Акумуляторна», «Вогненебезпечно», «Забороняється палити» та вивісити відповідні знаки безпеки про заборону використання відкритого вогню.

В акумуляторних приміщеннях з припливно-витяжною вентиляцією останню слід вмикати перед зарядкою і вимикати після видалення газу, але не раніше ніж через 1,5 години. після зарядки.

Кожне акумуляторне приміщення повинно мати:

- скляний або порцеляновий кувалд з носиком (або глечик) ємністю (1,5-2) л для приготування електроліту та доливання його в посудину;
- нейтралізуючий розчин харчової соди (5%) для кислотних акумуляторів і борної кислоти або оцтової есенції (одна частина на вісім частин води) для лужних акумуляторів.

На всіх посудинах з електролітом, дистильованою водою та нейтралізуючими розчинами мають бути нанесені відповідні написи (вказати

					6.141.190067.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

назву речовини). Зберігати кислоту слід у скляних бутлях із притертими пробками та бирками з її назвою. Бутлі з кислотою в кількості, необхідній для роботи батареї, і порожні бутлі слід поставити в окреме приміщення біля акумуляторної. Бутлі слід поставити на підлогу в кошиках або на дерев'яних латах.

Під час транспортування скляні бутлі з кислотами і лугами повинні переноситися двома працівниками. Бутлі з кошиком переносити в спеціальному дерев'яному ящику з ручками або на або на спеціальних ношах з отвором посередині, а також латами, в які бутель повинен входити разом з кошиком на 2/3 його висоти. Забороняється носити скляні бутлі з кислотами і лугами на спині, плечах і руках.

Для приготування електроліту кислоту потрібно повільно (щоб не допустити інтенсивного нагрівання розчину) тонкою цівкою з кухля виливати в фарфорову або іншу жароміцну посудину з дистильованою водою. У цьому випадку електроліт необхідно постійно перемішувати стрижневою або скляною трубкою або мішалкою з кислотостійкого пластику. Під час приготування електроліту в кислоту вливати воду заборонено. До готового електроліту дозволяється додати воду.

При роботі з кислотою і лугом необхідно використовувати засоби індивідуального захисту: костюм (грубошерстий – для кислоти і бавовняний – для лугу), гумові чоботи (під штани) або калоші, гумовий фартух, окуляри та гумові рукавички. Грудки їдкого лугу слід подрібнити в спеціально відведеному місці, попередньо загорнувши в мішковину.

Технічне обслуговування акумуляторних батарей повинні проводити спеціально навчені працівники з III групою [18].

4.3 Висновки до розділу 4

- 1) Охорона праці є однією з найважливіших вимог. Здоров'я працівників забезпечується шляхом виконання ними нормативних документів з

					6.141.190067.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

охорони праці. Окремі положення ключових документів відображено у даному розділі.

- 2) Сонячна електростанція має у своєму складі обладнання, яке може становити небезпеку для електротехнічного персоналу та інших осіб. Це небезпечна для життя напруга змінного струму у мережі, а також небезпечні речовини. Особлива увага приділяється попередженню небезпечних ситуацій при поводженні з кислотою. Такі ситуації є найбільш можливими в умовах експлуатації сонячної електростанції.

					6.141.190067.ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Інтеграція сонячної енергетики у склад енергосистеми України є перспективним шляхом. Використання відновлювальних джерел дозволяє покращити екологічний стан, а також відмовитися від багатьох логістичних перевезень корисних копалин, наприклад, таких, як вугілля. Тобто використання відновлювальних джерел призводить до енергетичної незалежності від корисних копалин. Ще однією позитивною рисою альтернативної енергетики є можливість забезпечення віддалених регіонів електроенергією, до яких прокладення ліній електропередач є важкодоступним або недоцільним.

Сонячні електростанції зокрема доцільно використовувати у регіонах, які знаходяться далеко від морського узбережжя і не мають постійних сильних вітрів, що робить встановлення вітрогенераторів не вигідним. Також встановлення вітрогенераторів у місті є практично неможливим і вони створюватимуть небезпеку для населення у випадку сильних вітрів.

Вітрогенератори мають і такий недолік, як інфразвуки при роботі. Ці звуки мають негативний вплив на здоров'я людей. Сонячні панелі працюють беззвучно і можуть бути встановлені на даху практично будь-якого будинку у місті. Також недоліком вітрогенераторів є зношення механічних частин з роками, що потребує ремонту та обслуговування, на відміну від сонячних панелей.

Можливо передбачити, що широке впровадження персонального електричного транспорту стане суттєвою складовою забезпечення енергетичної незалежності України в умовах недостатнього власного видобутку та переробки нафтопродуктів. Тому все більшу актуальність будуть набувати питання долучення зарядних станцій до існуючої системи електропостачання та розробка систем зберігання електричної енергії, передусім, яку отримано за рахунок відновлюваних джерел.

					6.141.190067.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Інтегрований звіт АТ «Укрзалізниця» (Звіт про управління) 2020 р. [Електрон. ресурс] / АТ «Укрзалізниця», Департамент сталого розвитку та внутрішніх комунікацій. – К., 2021. – 308 с. – Режим доступа: <https://uz.gov.ua/files/file/about/investors/UZ%20Integrated%20Report%202020%20Ukr.pdf>
2. Звіт про результати діяльності Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг, у 2020 році [Електрон. ресурс]: Затв.: Постанова Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг 26 травня 2021 року № 893 / НКРЕ України. – К., 2021. – 388 с. – Режим доступа: https://www.nerc.gov.ua/data/filearch/Catalog3/Richnyi_zvit_NKREKR_2020.pdf
3. Інформація щодо потужності та обсягів виробництва електроенергії об'єктами відновлюваної електроенергетики, яким встановлено «зелений» тариф (станом на I квартал 2020) [Електрон. ресурс] / Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. – К., 2020. – 4 с. – Режим доступа: https://saee.gov.ua/sites/default/files/1_kv_2020_VDE.pdf
4. Чучуй, В. П. Альтернативні джерела енергії [Текст]: навч. посібник для студентів вищ. учб. закл. / В. П. Чучуй, С. М. Уминський, С. В. Інютін. – О.: Одес. держ. аграр. ун-т, ТЕС, 2015. – 494 с.
5. Сиротюк, С. В. Альтернативні джерела енергії. Енергія вітру [Текст]: навч. посібник / С. В. Сиротюк, В. М. Боярчук, В. П. Гальчак. – Л.: Магнолія, 2006. – 176 с.
6. Розвиток відновлюваних джерел енергії в Україні (Звіт) [Електрон. ресурс] / Міністерство регіонального розвитку, будівництва та

					6.141.190067.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

- житловокомунального господарства України. – К., 2017. – 36 с. – Режим доступа: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/03/Rozvitok-VDE-v-Ukrai--ni.pdf>
7. Відновлювані джерела енергії [Текст]: За заг. ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. – 392 с.
 8. Бондар О.І., Самарський Ю.О. Інтеграція зарядних станцій електромобілів до електричних мереж з джерелами розподіленого живлення [Текст] / О. І. Бондар, Самарський Ю.О. // Матеріали 81 Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих учених, магістрантів та студентів «Наука і сталий розвиток транспорту», Дніпро, ДПТ, 2021. – С. 27-28.
 9. Правила улаштування електроустановок. [Чинний від 2017-07-21]. Київ: Міненерговугілля України [Електрон. ресурс]: 2017. – Режим доступа: <https://art-energetyka.com.ua/Правила-улаштування-електроустановок.pdf>
 10. ГОСТ 13109-97 Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения / Pulsar Ltd [Електрон. ресурс]: 2022. – Режим доступа: https://pulsar.kiev.ua/gost_13109-97_normy_kachestva_elektricheskoy_energii_v_sistemah_elektrosnabzheniya_obschego_naznacheniya
 11. Комплект сетевой солнечной электростанции мощностью 15 кВт / Интернет-магазин «Эко Электрика» [Електрон. ресурс]: 2014. – Режим доступа: <https://eco-electrics.com.ua/ru/shop/product/komplekt-merezhevoyi-soniachnoyi-elektrostantsiyi-potuzhnistiu-15-kvt>
 12. Солнечная панель Amerisolar AS-6P30, 285 W / Интернет-магазин солнечных электростанций «Going Solar» [Електрон. ресурс]: 2014. – Режим доступа: <https://goingsolar.com.ua/amerisolar/581/>
 13. Солнечная батарея (панель) 285Вт, поликристаллическая AS-6P30-285, Amerisolar / Интернет-магазин «SOLAR.BIZ.UA» [Електрон. ресурс]:

					6.141.190067.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

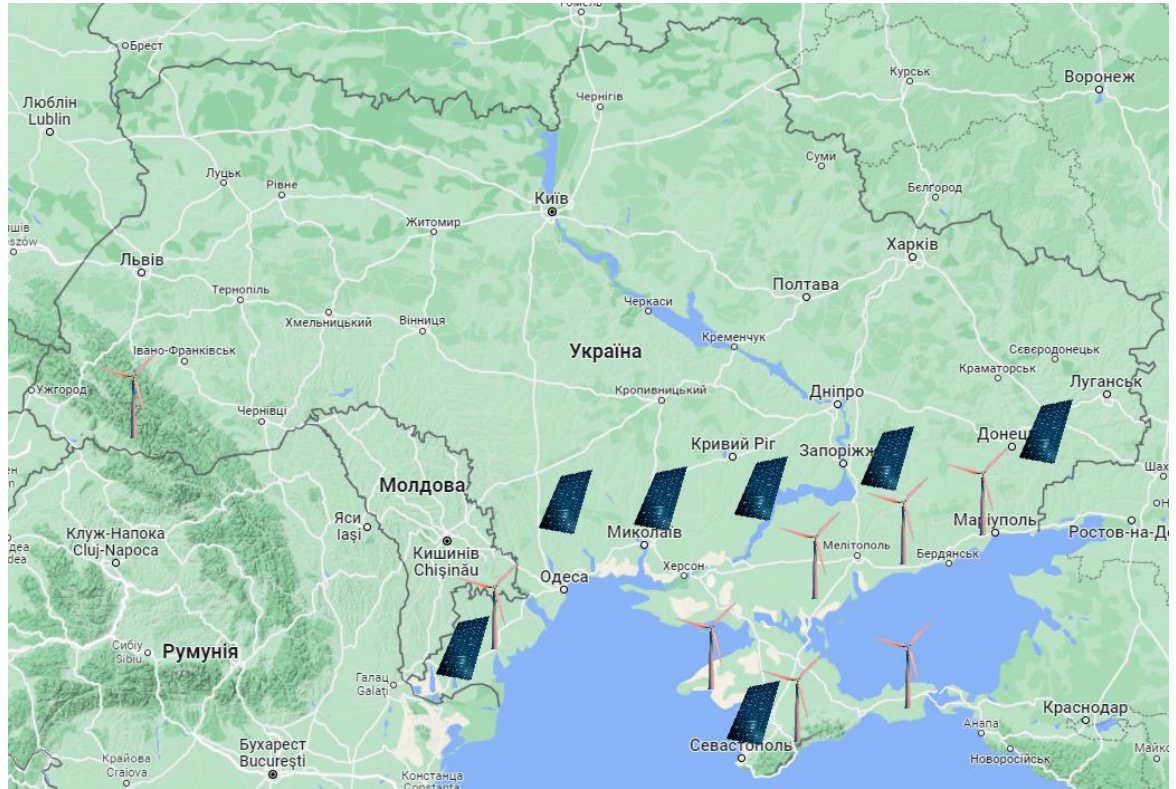
2008. – Режим доступа: <https://solar.biz.ua/solnechnye-batarei/solnechnye-batarei/solnechnaya-batareya-panel-285vt-polikristallicheskaya-as-6p30-285-amerisolar.html>
14. Сетевой солнечный инвертор 15 кВт трехфазный (Модель TRN015KTL), Trannergy / Интернет-магазин «SOLAR.BIZ.UA» [Электрон. ресурс]: 2008. – Режим доступа: <https://solar.biz.ua/inventory-ibp/solnechnye-inventory/setevoj-solnechnyj-invertor-trannergy-15-kvt-trekhfaznyj-model-trn015ktl.html>
15. Переваги електромобілів над бензиновими авто/Carpoint Electric [Електрон. ресурс]: 2018. – Режим доступа: <http://www.carpoint-e.com.ua/news/perevagi-elektromobiliv/>
16. Електромобілізація України/Федерація роботодавців автомобільної галузі [Електрон. ресурс]: 2022. – Режим доступа: <https://fra.org.ua/uk/an/publikatsii/analitika/ieliektromobilizatsiia-ukrayini>
17. Типы зарядных станций и разъемов: что нужно знать перед покупкой электромобиля / AutoGeek [Электрон. ресурс]: 2021. – Режим доступа: <https://autogeek.com.ua/tipy-zarjadnyh-stancij-dlja-elektromobil/>
18. Державний нормативний акт про охорону праці [Текст]: Затв.: Наказ Держнаглядохоронпраці від 09.01.98. № 4/ Держнаглядохоронпраці. – К., 1998. – С. 59-62.

СПИСОК ГРАФІЧНИХ РОБІТ

- 1) Архітектурні рішення проєктованої будівлі;
- 2) Принципова схема системи електропостачання (включно із структурною схемою сонячної електростанції);
- 3) Схема зарядної станції електромобілів;
- 4) Схема контролера заряду АКБ.

					6.141.190067.ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А



Умовні позначення:



- регіони, які найбільш придатні для встановлення вітрогенераторів



- регіони, які найбільш придатні для встановлення сонячних панелей

Рис. А.1 – Карта найбільш придатних регіонів України для використання альтернативних джерел енергії.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

6.141.190067.ПЗ

Арк.

51

ДОДАТОК Б

					6.141.190067.ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АРХІТЕКТУРНІ РІШЕННЯ ПРОЄКТОВАНОЇ БУДІВЛІ



Рис. Б.1 – Вид спереду

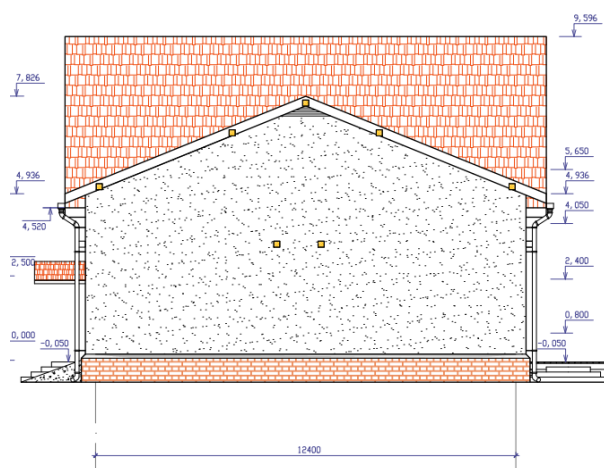


Рис. Б.2 – Вид збоку

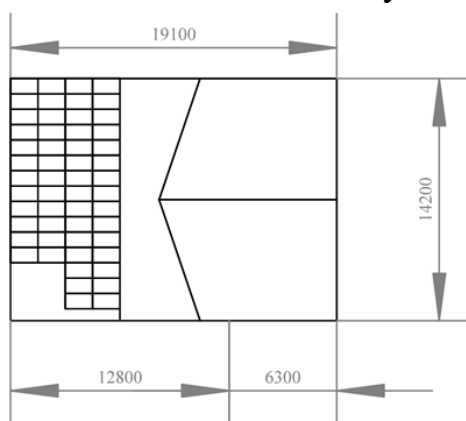


Рис. Б.3 – Вид зверху

					Архітектурні рішення проєктованої будівлі							
					Система електропостачання приміщення побутово-офісного призначення з використанням відновлювальних джерел енергії та інтегрованою станцією заряджання електромобілів	Літ.			Маса	Масштаб		
										1 : 1		
						Арк. 53			Аркушів 56			
						Додаток Б 6.141.190067.01					МОН України. УДУНТ Кафедра ЕТЕМ, група ЕП19120	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Шуйський М.С.										
Перевір.		Бондар О.І.										
Т. Контр.												
Реценз.												
Н. Контр.		Карзова О.О.										
Затверд.		Муха А.М.										

Електромережа 0.4 кВ

Wh

QF17 65 A

QF20 32 A

QD1 40 A 30 mA

QF11 16 A

QF12 16 A

QF13 32 A

QF14 25 A

QF15 25 A

QF16 25 A

QF18 32 A

QD2 40 A 30 mA

SA24

CEC

FU2

SA23

Акумуляторна

Електроосвітлення Вітальні та коридорів

Електроосвітлення кімнат

Станція заряджання електромобілів

Розетки кімнат

Санвузол

Кухня

Рис. Б.4 – Принципова схема системи електропостачання

					Принципова схема системи електропостачання								
					Система електропостачання приміщення побутово-офісного призначення з використанням відновлювальних джерел енергії та інтегрованою станцією заряджання електромобілів				Літ.		Маса	Масштаб	
													1 : 1
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									
Розроб.		Шуйський М.С.											
Перевір.		Бондар О.І.											
Т. Контр.									Арк.	54	Аркушів	56	
Реценз.					Додаток Б 6.141.190067.02				МОН України. УДУНТ Кафедра ЕТЕМ, група ЕП19120				
Н. Контр.		Карзова О.О.											
Затверд.		Муха А.М.											

СХЕМА ЗАРЯДНОЇ СТАНЦІЇ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

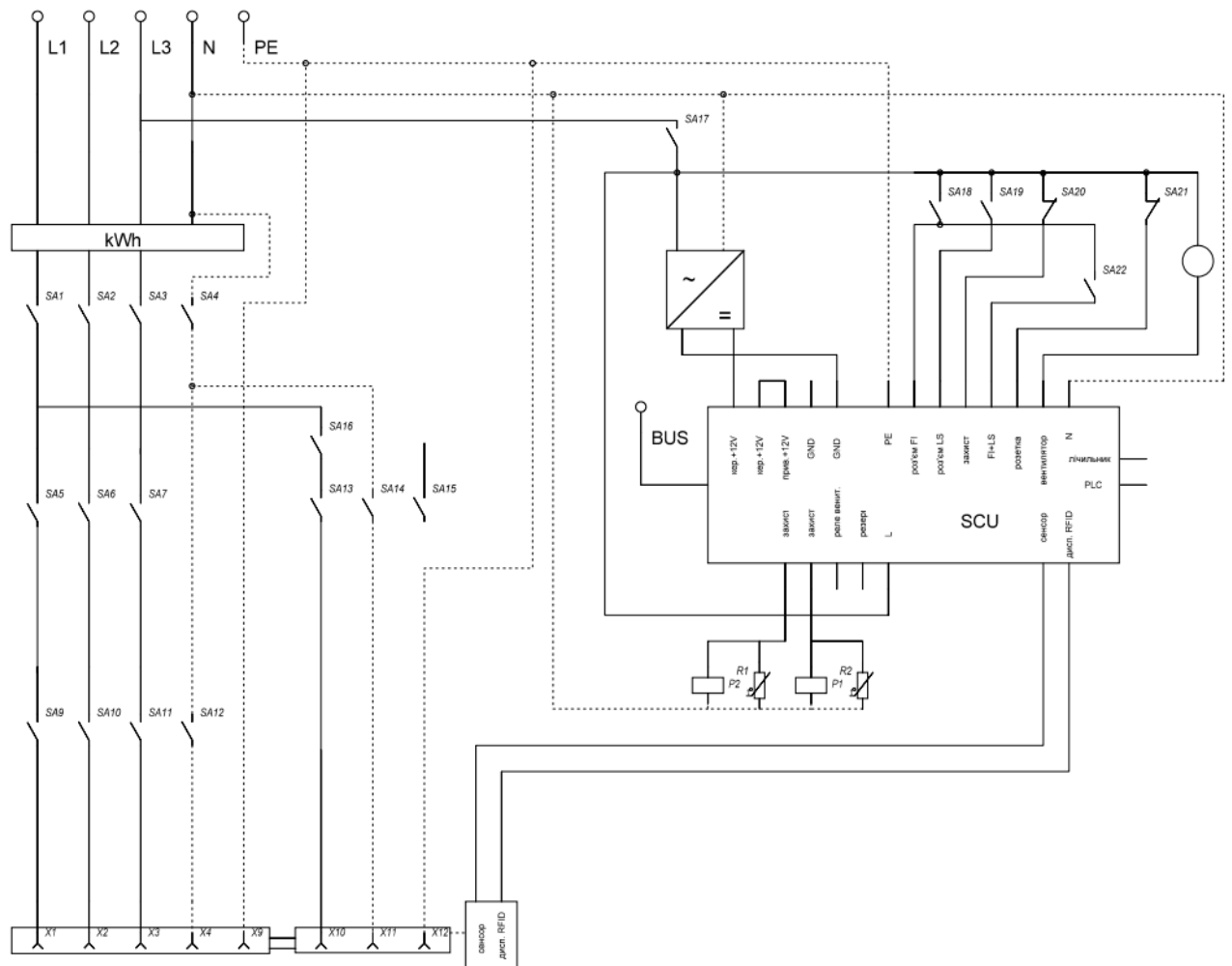


Рис. Б.5 – Схема зарядної станції електромобілів

					Схема зарядної станції електромобілів			
					Система електропостачання приміщення побутово-офісного призначення з використанням відновлювальних джерел енергії та інтегрованою станцією заряджання електромобілів	Літ.	Маса	Масштаб
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				1 : 1
Розроб.		Шуйський М.С.						
Перевір.		Бондар О.І.						
Т. Контр.						Арк.	55	Аркушів 56
Реценз.					Додаток Б 6.141.190067.03		МОН України. УДУНТ Кафедра ЕТЕМ, група ЕП19120	
Н. Контр.		Карзова О.О.						
Затверд.		Муха А.М.						

СХЕМА КОНТРОЛЕРА ЗАРЯДУ АКБ

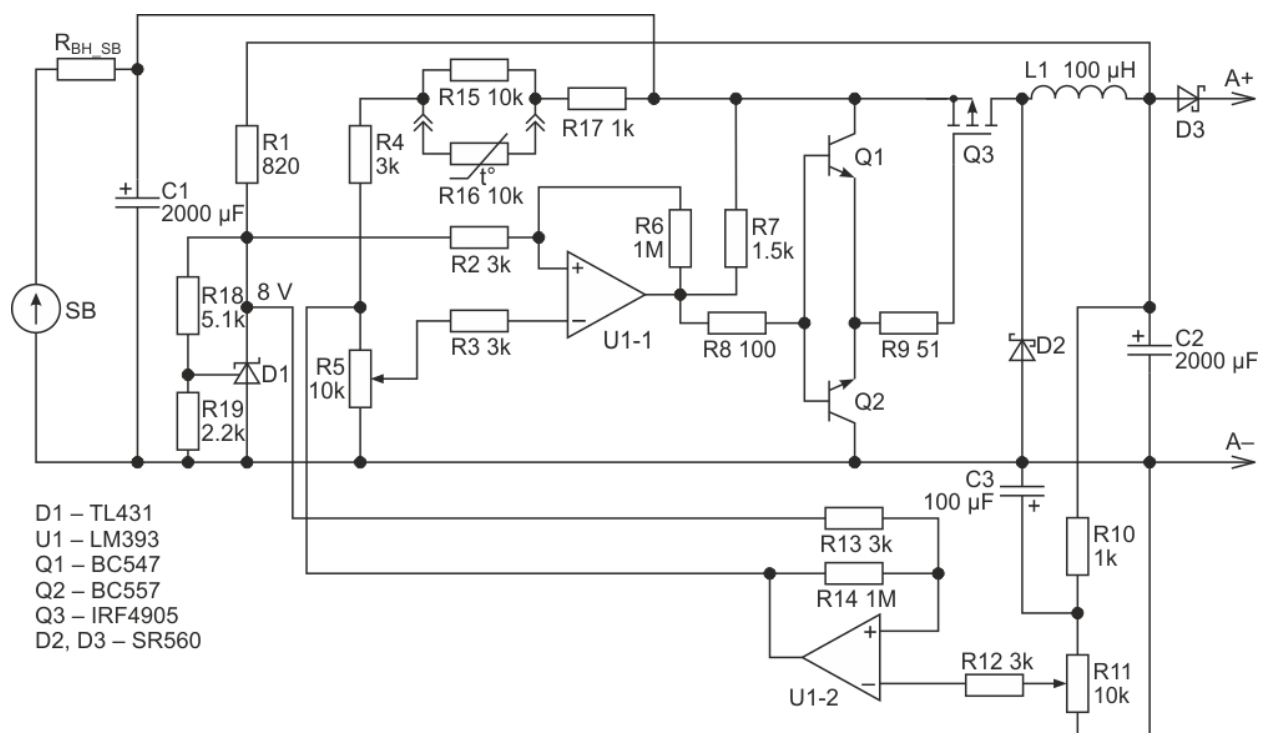


Рис. Б.6 – Схема контролера заряду АКБ

					Схема контролера заряду АКБ				
					Система електропостачання приміщення побутово-офісного призначення з використанням відновлювальних джерел енергії та інтегрованою станцією заряджання електромобілів			Літ.	Маса
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Шуйський М.С.							
Перевір.		Бондар О.І.							
Т. Контр.									
Реценз.									
Н. Контр.		Карзова О.О.			Додаток А 6.141.190067.04			Арк. 56	Аркушів 56
Затверд.		Муха А.М.						МОН України. УДУНТ Кафедра ЕТЕМ, група ЕП19120	